

UTILIZAÇÃO DO MODELO SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) NA ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DECORRENTES DE DIFERENTES CENÁRIOS DE USO DO SOLO NA BACIA DO CÓRREGO CAPÃO COMPRIDO NO DISTRITO FEDERAL

Sara Ferrigo¹; Ricardo Minoti²; Sérgio Koide³

RESUMO --- O lago Descoberto localizado no Distrito Federal é responsável por 63% do abastecimento público de água. Uma bacia contribuinte é a do córrego Capão Comprido (BHCC), ocupada por áreas agrícolas e urbanas em expansão. Por isso, a principal preocupação é a poluição difusa. O presente estudo teve como objetivo analisar espacialmente os processos hidrossedimentológicos na BHCC com base na aplicação do modelo SWAT. A base de dados, referente aos dados climáticos, uso, ocupação, tipos de solo e topografia, foi construída e inserida ao SWAT. A aplicação do modelo envolveu a avaliação de três cenários: (1) sem ação antrópica; (2) atual da bacia; e (3) com a bacia inteiramente ocupada por agricultura e urbanização. Entre os cenários, o escoamento superficial apresentou um aumento de 278% e 638% para os cenários 2 e 3 em relação ao 1. A produção de sedimentos apresentou um aumento de 2.514% no cenário 2 e 6.471% no cenário 3, quando comparadas ao 1. As simulações geradas mostraram a tendência observada de redução de vida útil do lago pela sedimentação que, por sua vez, pode ser acelerada pelos usos do solo. O modelo mostrou seu potencial no estudo de cenários de ocupação e suas conseqüências.

ABSTRACT --- The Descoberto Lake located in Distrito Federal is responsible for 63% of public water supply. One contributor is watershed of the Capão Comprido stream (BHCC) occupied by agricultural and urban expansion area. So the main preoccupation is the diffuse pollution. This study aimed at the spatial analysis of hydrosedimentological processes in BHCC based on the application of SWAT model. The database, related to climate data, use, occupation, types of soil and topography, was developed and inserted to SWAT. The model application involved the assessment on three scenarios: (1) without human action, (2) actual of the basin, and (3) with the basin fully occupied by agriculture and urbanization. Between the scenarios, the runoff showed an increase of 278% and 638% for scenarios 2 and 3 compared to 1. The sediment production showed an increase of 2.514% in scenario 2 e 6.471% in scenario 3, when compared to 1. The simulations results showed the tendency to reduction of the lake useful life by sedimentation, which can be accelerated by different land uses. The model showed its potential for study of scenarios of soil occupation and its consequences.

Palavras-chave: processos hidrossedimentológicos, SWAT, Bacia do Córrego Capão Comprido.

¹ Graduanda do curso de Agronomia, UFSC, SEPS 713/913, Bl. B/522, 70390-135, Brasília. Email: sara_ferrigo@hotmail.com

² Pesquisador colaborador da UnB, FT/ENC/PTARH, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-000, Brasília. E-mail rtminoti@hotmail.com

³ Professor Associado da UnB, FT/ENC/PTARH, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-000, Brasília. E-mail skoide@unb.br

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica de sedimentos em uma bacia hidrográfica é um aspecto de fundamental importância para qualquer programa de planejamento e gestão dos recursos hídricos. A produção, o transporte e a deposição de sedimentos são resultados de processos erosivos ou hidrossedimentológicos que ocorrem naturalmente (Avila, 2005). Entretanto em bacias hidrográficas (BH), a intensificação do uso do solo em função do crescimento populacional e econômico associada a práticas agrícolas, acelera esses processos acarretando um aumento na quantidade carregada para o exutório de uma bacia (Mota, 1995).

Segundo Lino (2009), os sedimentos podem ocasionar assoreamento e obstrução dos cursos d'água, provocando a redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios. Influenciando diretamente, na qualidade de água. Além de que, o solo carregado pode conter produtos químicos, como pesticidas e fertilizantes, os quais vão causar a poluição da água, causando problemas ecológicos ao ambiente aquático.

Define-se como poluição difusa os poluentes que chegam aos corpos d'água distribuídos ao longo de parte da sua extensão (Fragoso, 2007). A ocupação e o manejo do solo, os quais estão associados às interações solo-água-nutriente e as condições climáticas, topográficas, pedológicas e geológicas locais, estão intimamente ligadas à magnitude das contribuições de fontes difusas de nutrientes em uma bacia hidrográfica de ocupação agrícola (Rossi Pisa *et al.*, 1999).

O Distrito Federal – DF foi criado dentro do bioma cerrado, na região mais alta do planalto central, nas nascentes de cursos de água de três regiões hidrográficas brasileiras: do Paraná, São Francisco e Araguaia/Tocantins. Porém, atualmente o DF, está incluído entre as cinco unidades da federação com menor disponibilidade hídrica per capita.

Atualmente, 63% do abastecimento público de água do DF é proveniente da bacia hidrográfica do rio Descoberto (BHRD) (CAESB, 2011). A bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido (BHCC) uma sub-bacia da BHRD, possui uma área de 16,6 km² e deságua diretamente no lago do Descoberto. A área está incluída no Projeto Integrado de Colonização Alexandre Gusmão, que foi criado com a finalidade de abastecer o Distrito Federal com a produção de hortaliças (Brasil, 1983). Têm-se ainda, a ocupação urbana e o crescimento contínuo de novos núcleos urbanos na região, ocasionando um forte impacto ambiental. Por conseguinte, o conhecimento da complexidade dos fenômenos envolvidos nos processos hidrossedimentológicos é determinante e imprescindível para gerar conhecimento sobre as melhores opções de uso e manejo do solo.

Uma forma de avaliar a geração e transporte de sedimentos de origem difusa, seria estabelecer uma ampla rede de monitoramento. Contudo, as fontes de poluição difusa não podem ser monitoradas nos pontos de lançamento e estes são difíceis de serem localizados (Mostaghimi et al., 1997 apud De Vito, 2007). Porém, como alternativa, a utilização de modelos hidrológicos computacionais constitui uma das melhores alternativas para a análise de problemáticas aos impactos dos diferentes usos e manejo do solo nos recursos hídricos, contribuindo com o aprimoramento do manejo de bacias hidrográficas (De Vito, 2007). Dentre vários utilizados na modelagem de BH tem-se o SWAT - Soil and Water Assessment Tool -, desenvolvido pelo Agricultural Research Service/United States Department of Agriculture (ARS/USDA), de acesso livre, que possibilita a análise dos efeitos decorrentes dos diferentes usos e manejo do solo, especialmente no que concerne às práticas agrícolas, em bacias hidrográficas (Neitsch *et al.*, 2005).

Ao longo do tempo, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos a nível mundial e nacional com a aplicação da modelagem de BH na análise da dinâmica hidrossedimentológica, por exemplo, os trabalhos desenvolvidos por Mishra *et al.* (2007), Fohrer *et al.* (1999), Machado (2002), Minoti (2006), Neves *et al.* (2006), Maluta (2010), Lino (2009), Paim & Menezes (2009), entre outros.

A modelagem computacional realizada no presente estudo teve como meta analisar a dinâmica da água e da produção de sedimentos por meio de estimativas geradas pelo modelo SWAT para a bacia hidrográfica do córrego Capão Comprido no Distrito Federal, com base em diferentes cenários de usos e ocupação do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da área de estudo

A bacia do córrego Capão Comprido está localizada na porção ocidental do Distrito Federal, como mostra a Figura 1.

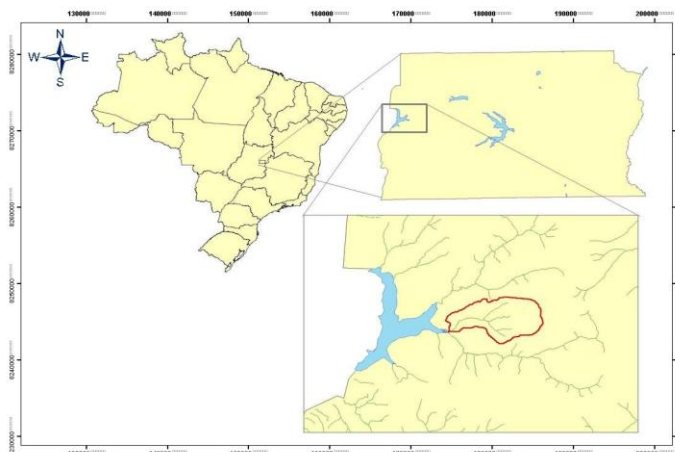


Figura 1 - Mapa de localização da BHCC

2.2 Modelo SWAT e construção da base de dados

Utilizou-se o programa do SWAT Interface ArcGIS – ArcSWAT - Soil and Water Assessment Tool versão 2009.93.5. Parte dos dados de entrada foram gerados pela própria interface ArcSWAT, como por exemplo o modelo de elevação digital (DEM), a hidrografia, o delineamento da bacia e das sub bacias. A construção da base de dados (dados climáticos, uso do solo, tipos de solo e declividade) foi direcionada ao atendimento dos dados de entrada necessários para a simulação com o modelo SWAT. Realizando também, uma comparação entre os dados de vazão gerados pelo SWAT com os dados observados na bacia para uma suposta afirmação da coerência entre esses dados.

2.3 Análise de sensibilidade

Foi realizada a análise de sensibilidade com todos os parâmetros que podem influenciar a dinâmica hidrossedimentológica no modelo. Os parâmetros encontrados pela análise de sensibilidade foram hierarquizados por ordem de influência.

2.4 Simulação de cenários

Neste estudo foram escolhidos dois cenários de uso e cobertura do solo para a bacia do Capão Comprido, além do cenário atual.

2.5 Análise dos resultados

A análise dos resultados foi feita pela organização dos dados obtidos anualmente na BHCC como um todo. Todos os dados obtidos foram sumarizados e expressos como média e \pm erro padrão da média e submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Statistica versão 7.0. Consoante aos resultados da ANOVA foi realizada a análise de separação de médias, utilizando-se o teste de Tukey, sendo que valores de $P < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da bacia no SWAT

A BHCC possui uma área de 16,6 km² e está situada na porção ocidental do DF, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, entre as coordenadas 15° 43' 42" a 15° 45' 41" latitude sul e 48° 10' 07" a 48° 06' 13" longitude oeste de Greenwich.

3.2 Construção da base de dados

3.2.1 Modelo de elevação digital

As curvas de nível espaçadas em 5 m em 5 m indicaram as cotas da bacia hidrográfica. Como resultado obteve-se o DEM apresentado na Figura 2, onde foi observado que a altitude máxima é de 1.270 m, e mínima de 1.030,31 m a jusante da bacia, e a altitude média é de 1.158,74 m.

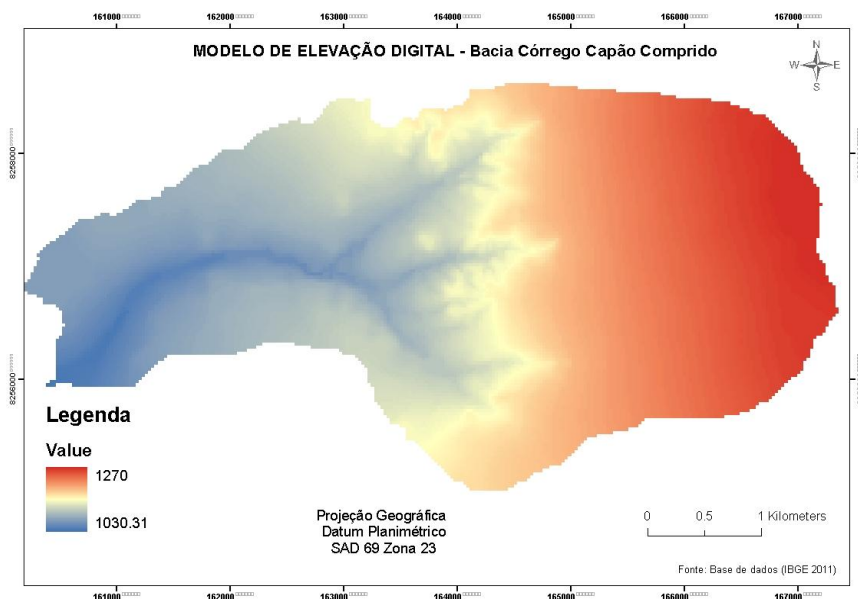


Figura 2 - Modelo de elevação digital da BHCC.

3.2.2 Hidrografia

O sistema de drenagem da BHCC é constituído pelo canal principal, córrego Capão Comprido e dois tributários. A extensão do canal principal foi calculada em 5,58 km. A altitude máxima do canal principal é de 1.155 m e a mínima no exutório da bacia é de 1.030 m. A declividade total e média do canal principal foi de 0,0224 e 0,0112 m/m, ou seja 2,2 e 1,1% de declividade, respectivamente.

3.2.3 Sub-bacias

Foram geradas 5 sub bacias, com áreas de (1) 4,34 km², (2) 0,21 km², (3) 2,61 km², (4) 4,10 km² e (5) 4,45 km² (Figura 3).

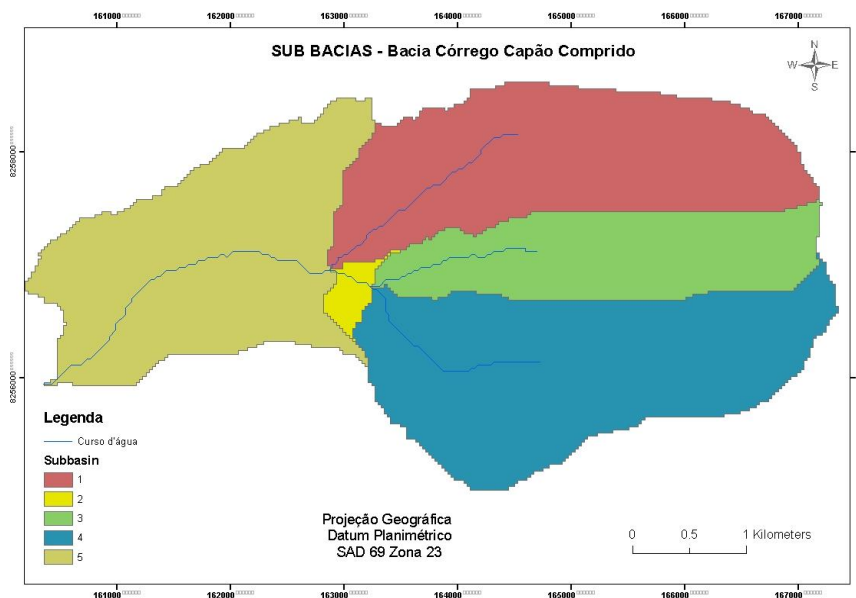


Figura 3 - Mapa das sub-bacias que compõem a BHCC juntamente com a rede hidrográfica.

3.2.4 Solo

A BHCC apresenta 4 tipos de solo, Latossolo Vermelho (LVD-M – área de 8,30 km²) e Latossolo Vermelho Amarelo (LVAD-M - 4,55 km²), Cambissolo (CXD-MC – 3,38 km²) e Plintossolo (FX – 0,37 km²) (Figura 4).

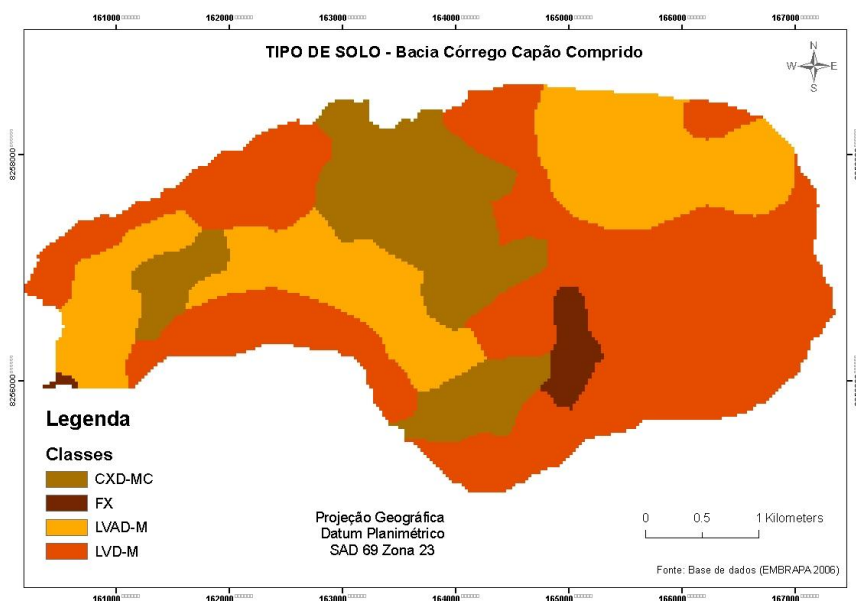


Figura 4 - Mapa dos tipos de solo da BHCC (Fonte: Reatto et al., 2003)

3.2.5 Declividade

Pelo mapa de declividade da bacia, apresentada na Figura 5, observou-se que a maior parte da BHCC (13,54 km²) apresenta declividade inferior a 10%, e o restante se divide em declividades ente 10 e 20% (2,59 km²) e de 20 a 50% (0,47 km²), próximo à mata ciliar e rede hidrográfica.

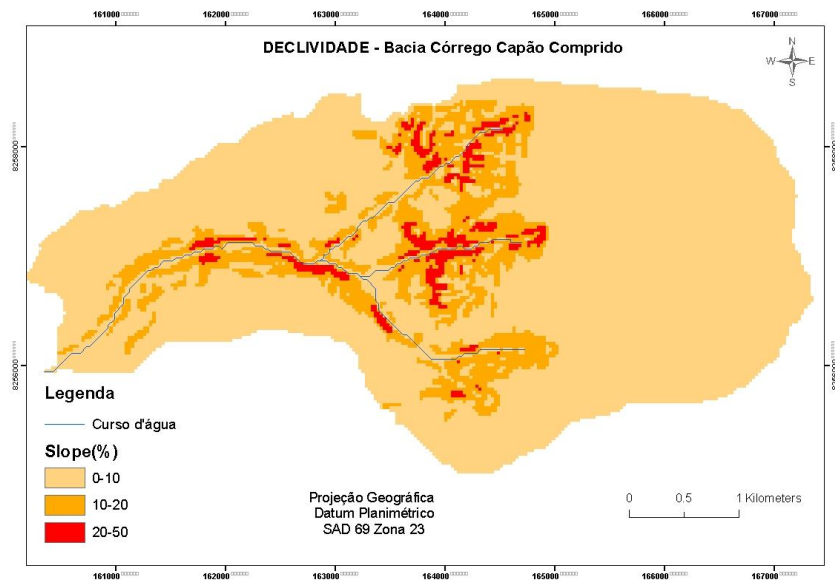


Figura 5 - Mapa de declividade da BHCC.

3.2.6 Uso do solo

O mapa de uso e cobertura do solo atual foi elaborado para sua utilização como parâmetro de avaliação da bacia no SWAT (Figura 6).

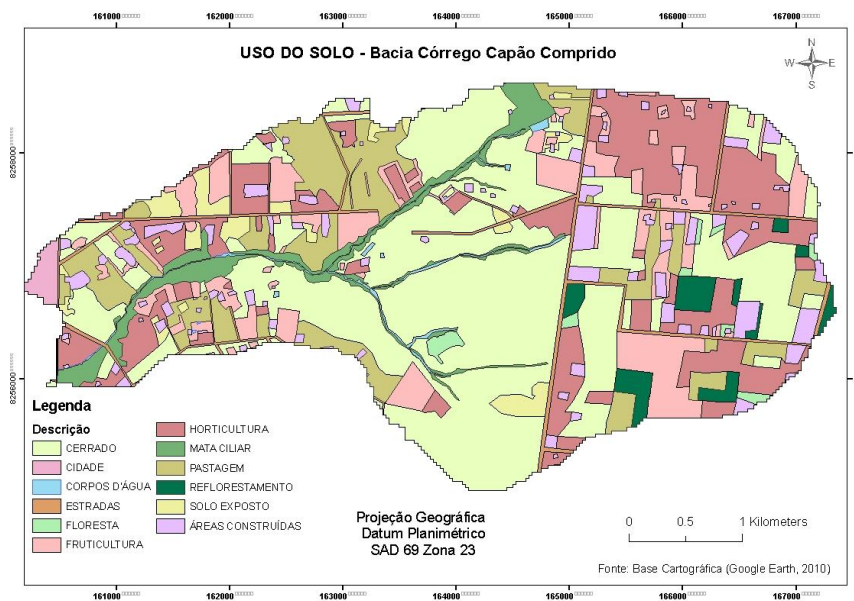


Figura 6 - Mapa atual de uso e cobertura do solo da bacia do Capão Comprido.

Analisando a distribuição das classes de uso e cobertura vegetal, foi possível estimar as áreas (km²) e porcentagens de casa uso e cobertura vegetal na BHCC, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição das áreas de uso e cobertura do solo na BHCC.

Uso do solo	Área (km ²)	Área (%)
Cidade	0.11	0.66
Estradas	0.49	3.00
Área construída	0.91	5.46
Corpo d'água	0.13	0.76
Mata ciliar	0.75	4.51
Reflorestamento	0.38	2.24
Fruticultura	1.78	10.69
Olericultura	2.94	17.70
Pastagem	1.91	11.50
Mata/Floresta	0.12	0.74
Solo exposto	0.46	2.75
Cerrado	6.64	39.99
Total	16.6	100.00

3.2.7 Vazão

A Figura 7 apresenta a vazão observada (real) (Lopes, 2010), a vazão gerada (calculada) pelo SWAT através dos dados climáticos inseridos e a precipitação real, no período de 01/01/2003 a 31/12/2005.

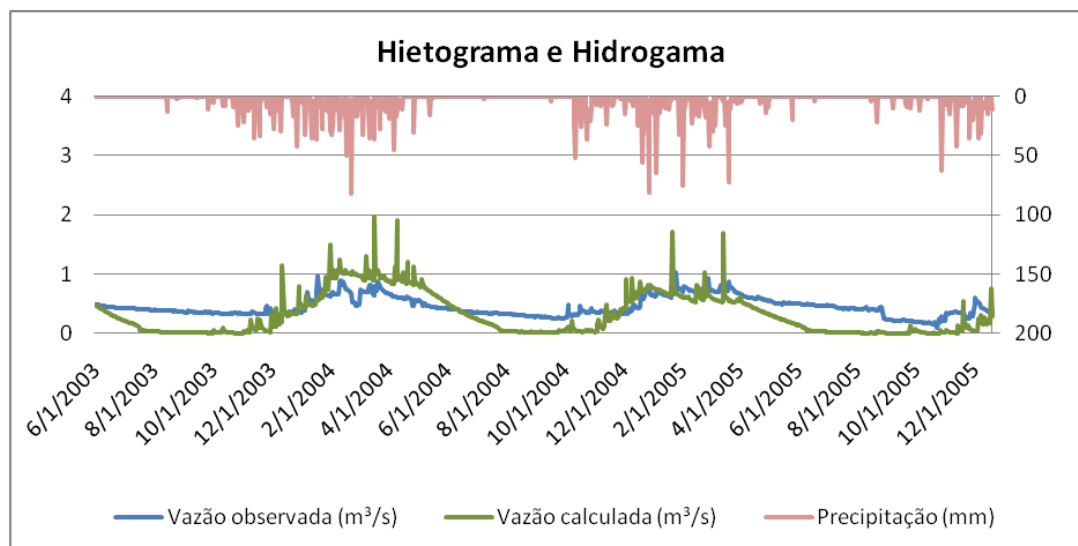


Figura 7 - Comparação da vazão calculada pelo SWAT e observada diante da precipitação no período de 01 de março de 2003 a 31 de dezembro de 2005.

Ao analisar o gráfico, pode-se inferir uma diferença visual entre os dados observados na BHCC e os dados gerados pelo SWAT, se fazendo assim necessário um ajuste entre o modelo e o que ocorre na realidade. Essa diferença é evidente principalmente quando ocorrem os picos de precipitação, sendo que o SWAT gera picos mais altos de vazão, com valores diferentes do que ocorre na bacia, superestimando os dados nessa situação, enquanto subestima em períodos de pouca

precipitação. Porém, o valor médio de vazão durante esse período de tempo calculado pelo SWAT foi de 0,35 m³/s, enquanto o real foi de 0,45 m³/s, evidenciando uma maior permanência das vazões de estiagem nos valores observados. A correlação entre os dados observados e calculados foi de 0,7 podendo-se afirmar certa coerência entre os dados estimados pelo SWAT e os dados reais.

3.2.8 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi realizada para 19 parâmetros do modelo SWAT, totalizando 270 simulações. Os efeitos finais da variação dos parâmetros foram hierarquizados por ordem de influência e estão apresentados na Tabela 2. A descrição dos parâmetros foi baseada no manual do SWAT (Neitsh et al., 2005).

Tabela 2 - Descrição dos parâmetros e ranking de cada uma das variáveis após a realização da Análise de Sensibilidade do modelo SWAT.

Ranking	Parâmetro	Descrição
1	Esco	Fator de compensação da evaporação do solo
2	Alpha_Bf	Fator alfa do fluxo de base (dias)
3	Gw_Delay	Retardo do escoamento subterrâneo
4	Sol_Z	Profundidade do solo (mm)
5	Ch_K2	Condutividade hidráulica efetiva do canal (mm/ano)
6	Blai	Índice máximo de área foliar
7	Sol_Awc	Capacidade de água disponível (mm H ₂ O / mm solo)
8	Cn2	Valor do curva número inicial do Soil Conservation Service
9	Sol_K	Condutividade hidráulica saturada (mm/h)
10	Gwqmn	Concentração de nitrato na água subterrânea contribuinte (mgN/L)
11	Slope	Declividade média mais acentuada (mm/m)
12	Epc	Fator de compensação da retirada das plantas
13	Gw_Revap	Coefficiente de re-evaporação da água subterrânea
14	Canmx	Armazenamento máximo de água no dossel vegetativo (mm)
15	Ch_N2	Coefficiente de Manning do canal principal
16	Surlag	Tempo de retardo do escoamento superficial
17	Ssubbsn	Comprimento da declividade média (m)
18	Biomix	Eficiência da mistura biológica
19	Sol_Al	Albedo do solo

3.3 Simulação de cenários

3.3.1 Cenário 1

O cenário 1, apresentado na Figura 8, simulou a área antes da construção de Brasília. Foi um cenário sem ação antrópica, apenas apresentando paisagem nativa da região como cerrado (8,77 km²), mata nativa (7,35 km²) e ciliar (0,39 km²).

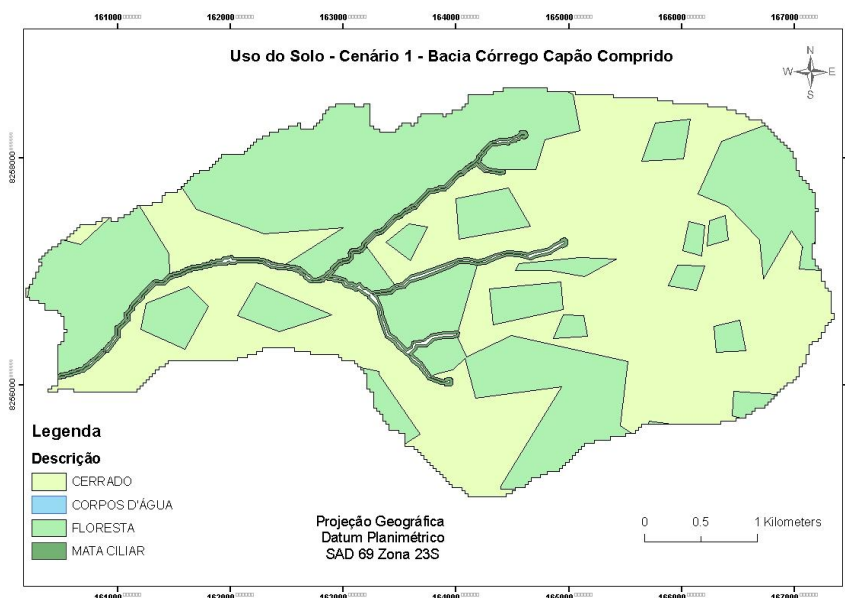


Figura 8 - Mapa de uso e ocupação do solo no cenário 1.

3.3.2 Cenário 2

O cenário 2 aqui tratado é o cenário atual, ou seja, o uso atual do solo, apresentado no item 3.2.6.

3.3.3 Cenário 3

O cenário 3, apresentado na Figura 9, simulou um possível futuro da área, em estágio avançado de ocupação, com total uso agrícola e urbano. As respectivas áreas (km²) e porcentagens ocupadas pelo uso e ocupação do cenário 3 estão designadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição das áreas do cenário 3

Uso do solo – Cenário 3		
Descrição	Área (km ²)	Área (%)
Estradas	1.44	8.66
Área construída	1.77	10.67
Corpo d'água	0.10	0.62
Mata ciliar	0.09	0.54
Fruticultura	3.42	20.59
Olericultura	8.05	48.49
Pastagem	1.73	10.43

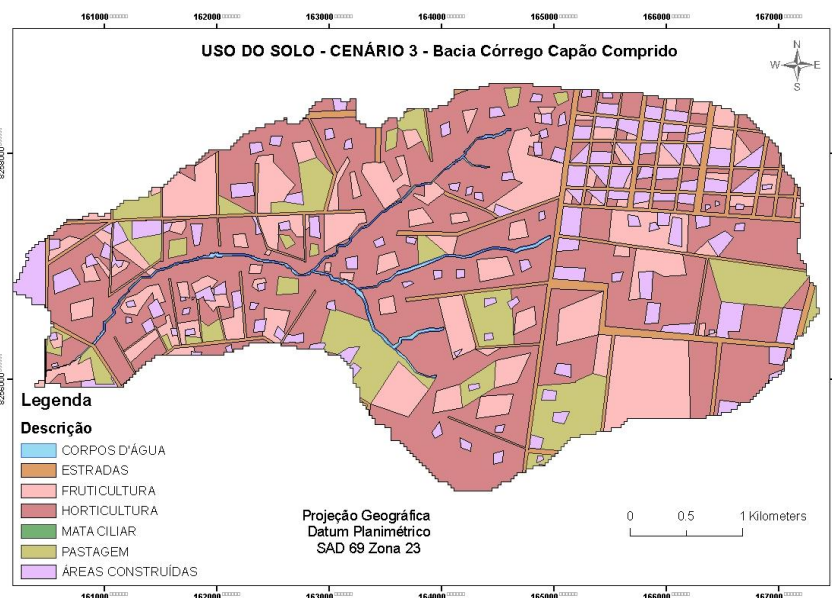


Figura 9 - Mapa de uso e ocupação do solo no cenário 3.

3.4 Resultados gerados pelo SWAT na simulação dos cenários

3.4.1 Balanço hídrico

Nas Figura 10, Figura 11 e Figura 12 são apresentadas as estimativas de componentes do balanço hídrico em função dos três cenários de uso do solo simulados.

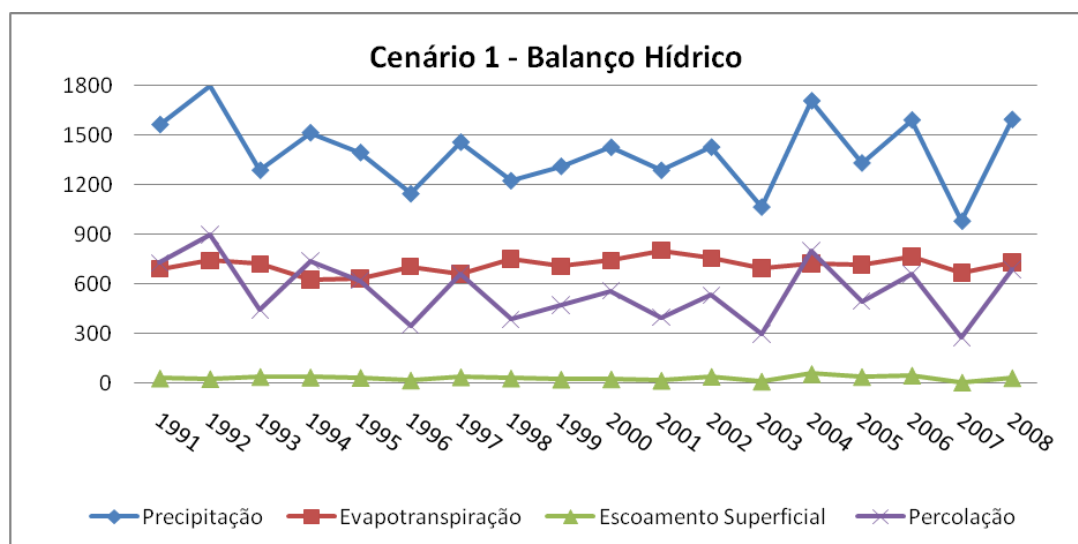


Figura 10 - Respostas dos componentes do balanço hídrico do cenário 1.

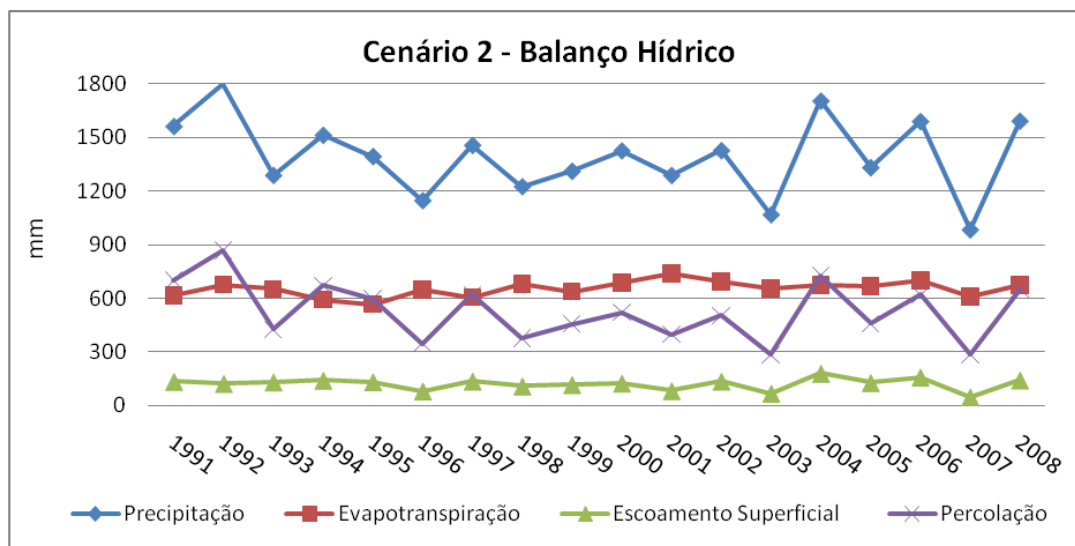


Figura 11 - Respostas dos componentes do balanço hídrico do cenário 2.

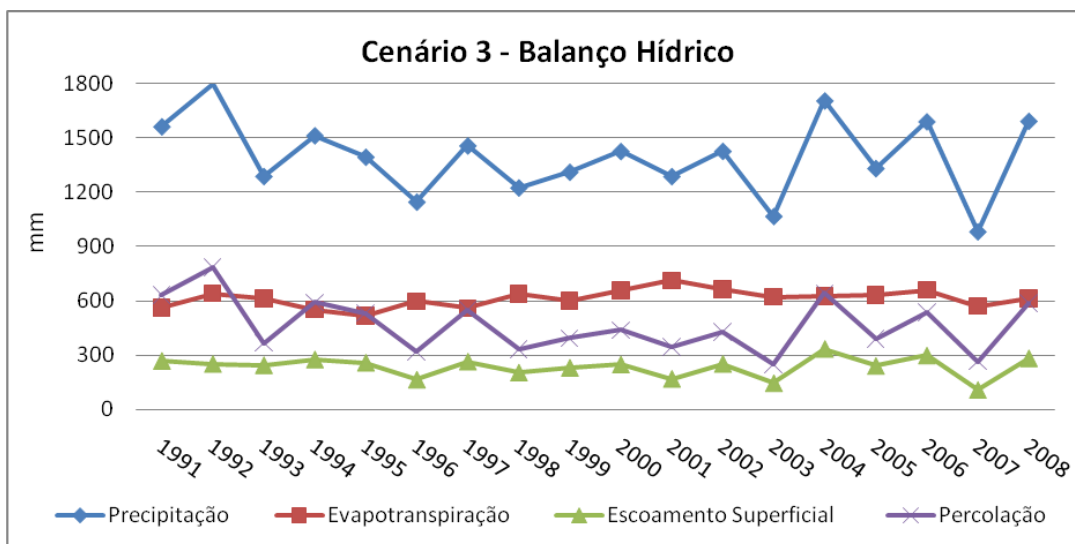


Figura 12 - Respostas dos componentes do balanço hídrico do cenário 3.

Apresentam-se na seqüência os resultados das análises estatísticas dos resultados gerados pelos diferentes cenários. Podendo-se inferir que houve diferenças significativas entre alguns componentes do balanço hídrico nos diferentes cenários, mesmo sendo a mesma área, mesmos dados climáticos e mesma declividade, i.e., o uso do solo foi o fator de influência nesse balanço.

A evapotranspiração - ET e a percolação não apresentaram diferenças que pudessem ser ressaltadas entre os cenários. Na Figura 13 vê-se a similaridade dos resultados e pela variação do desvio padrão a disparidade não pôde ser constatada.

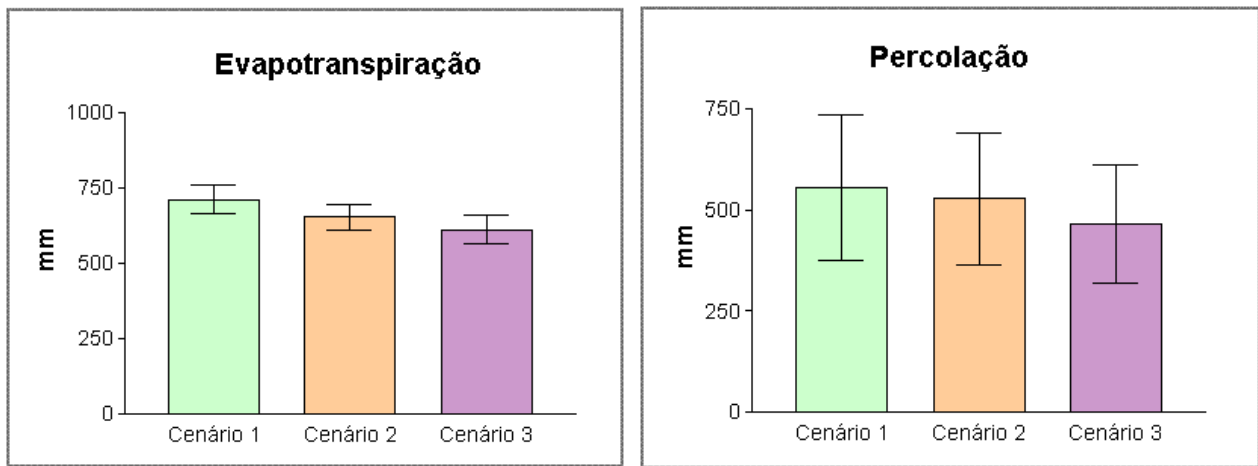


Figura 13 - Resultado estatístico da evapotranspiração e da percolação (média \pm desvio padrão da média) consoante a 18 anos de dados diários, obtidos nos diferentes cenários. $P < 0,05$ (ANOVA seguido do teste Tukey).

Porém, levando em consideração os resultados deste estudo, os valores máximos e mínimos nos diferentes períodos e cenários ocorrem proporcionalmente e similarmente, ou seja, quando ocorre uma variação para mais ou para menos em um parâmetro, ocorre o mesmo, com menos ou com mais intensidade em outro. Os diferentes cenários são influenciados, ao longo do tempo, sempre pelos mesmos dados climáticos. Portanto, o desvio padrão quando analisado separadamente para mais ou para menos nos cenários, observa-se uma mínima diferença apresentada pelo cenário 1 entre os demais na ET.

Essa similaridade ou pequena diferença verificada, talvez possa ser explicada sendo que a evaporação, parte da ET, continuou similar para os cenários, sendo que usos de solo cobertos, ou por urbanização ou por agricultura também apresentam uma boa porcentagem de evaporação, até mesmo por manterem maiores temperaturas. Entretanto, a transpiração pode ter apresentado uma pequena oscilação, basicamente pela área foliar maior no uso do cenário 1, mas supostamente não o suficiente para diferenciar drasticamente a evapotranspiração total da bacia.

A percolação, possivelmente por estar intimamente ligada ao tipo de solo, a capacidade de campo e a precipitação (correlação de 0,97), e por esses componentes terem sido adotados iguais nos diferentes cenários, não apresentou diferença estatística. A média de percolação nos cenários foram de 555,73 mm, 528,20 mm e 465,70 mm, respectivamente para os cenários 1, 2 e 3, com uma diferença considerável. No entanto o desvio padrão foi expressivamente alto, fazendo com que essa diferença não seja estatisticamente significativa

O escoamento superficial é apresentado na Figura 14, para comparação dos valores entre os cenários. E as diferenças estatísticas apresentadas na Figura 15.

Sendo que o escoamento superficial é o excesso da água da chuva que flui ao longo da área de drenagem em direção ao canal principal, como se esperava, os maiores picos de escoamento, em

ambos cenários, se deram durante os anos de maior precipitação, e.g., em 2004, quando ao longo do ano choveu 1.706 mm, enquanto a média dos 18 anos foi de 1.390 mm.

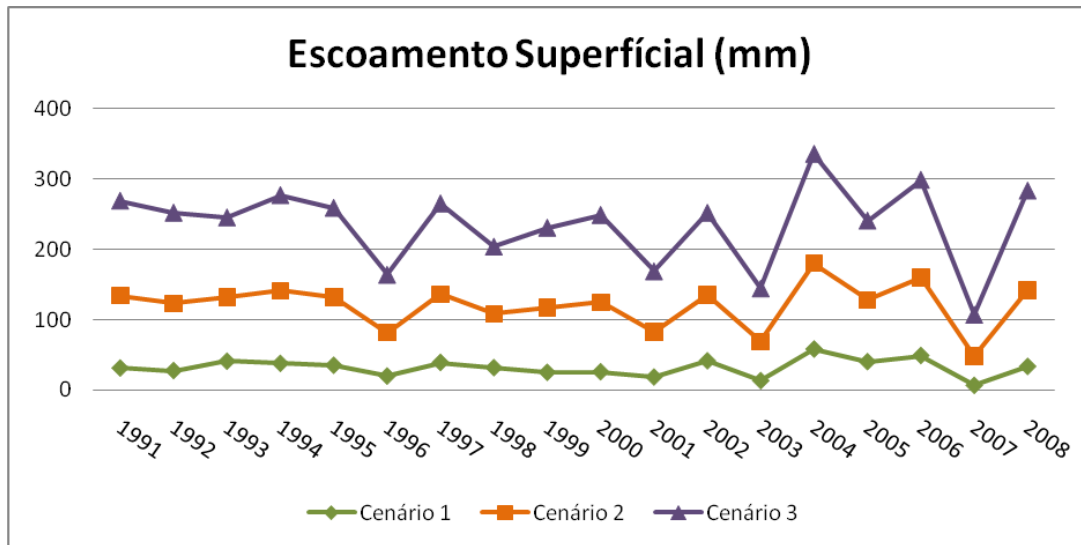


Figura 14 - Comparação do escoamento superficial gerado pelos diferentes cenários.

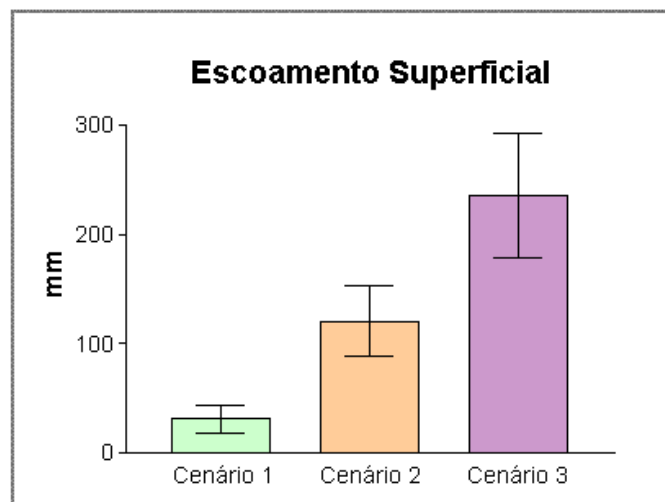


Figura 15 - Escoamento superficial médio anual (18 anos/cenário), (média ± desvio padrão), $P < 0,05$ (ANOVA seguido do teste Tukey).

As médias anuais do escoamento superficial nos cenários 1, 2 e 3 foram respectivamente, 31,73 mm, 120,77 mm e 235,67 mm, e o desvio padrão mínimo, apresentado pelo cenário 1, foi de 12,7 e o máximo, apresentado pelo cenário 3, foi de 57,6. Portanto, o cenário 3, ao apresentar um tipo de uso de solo com plena ocupação urbana e agrícola, oscila expressivamente uma maior quantidade de escoamento superficial com o passar dos anos. E, mesmo o escoamento superficial apresentando uma boa correlação com os índices de chuva, $R^2 = 0,87$, mostrou-se expressivamente dependente do uso e ocupação do solo.

O cenário 2, atual, se manteve com um valor intermediário entre os dois cenários extremos.

A modelagem mostrou que o uso e ocupação do solo alteraram significativamente o escoamento superficial.

3.4.2 Balanço sedimentológico

A produção de sedimentos caracteriza-se como uma das importantes incógnitas que precisam ser determinadas nas pequenas bacias hidrográficas. Sua importância está associada não só ao aspecto relacionado com a eficiência de práticas agrícolas desenvolvidas na bacia relacionando-as à perda de solo agrícola, mas também ao estudo da determinação da carga de assoreamento em reservatórios para uma estimativa de sua vida útil.

Nas Figura 16, Figura 17 e Figura 18 são apresentados os resultados da produção de erosão (MEUPS) e de sedimentos que chegaram ao canal principal, anualmente.

A correlação entre o processo de erosão e a produção de sedimentos nos cenários foi de 0,97.

A produção de sedimentos não alcança o valor da carga erodida, pois parte da carga de sedimentos é assoreada durante o carreamento, ao longo do percurso.

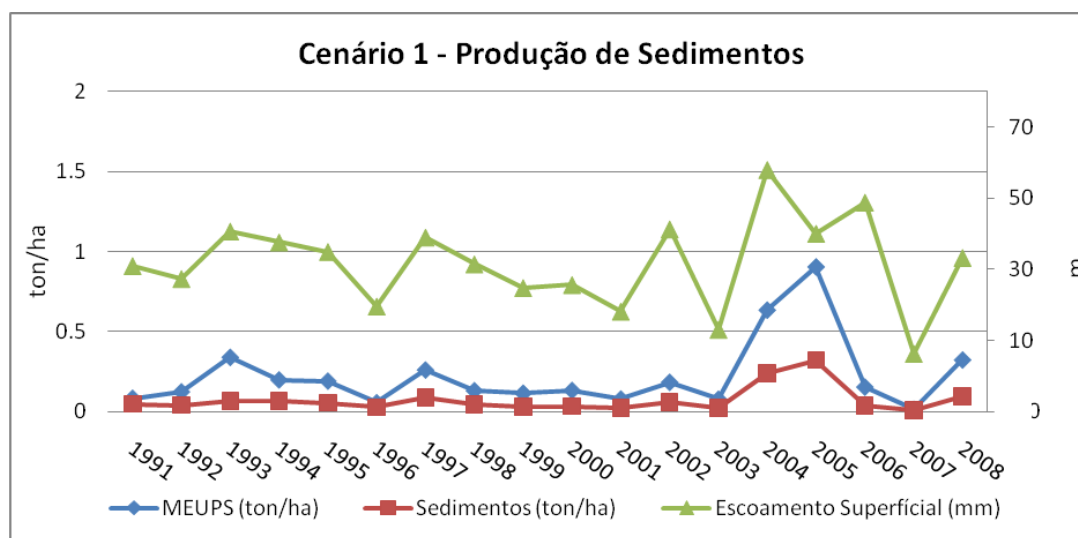


Figura 16 - Respostas dos componentes do balanço sedimentológico do cenário 1.

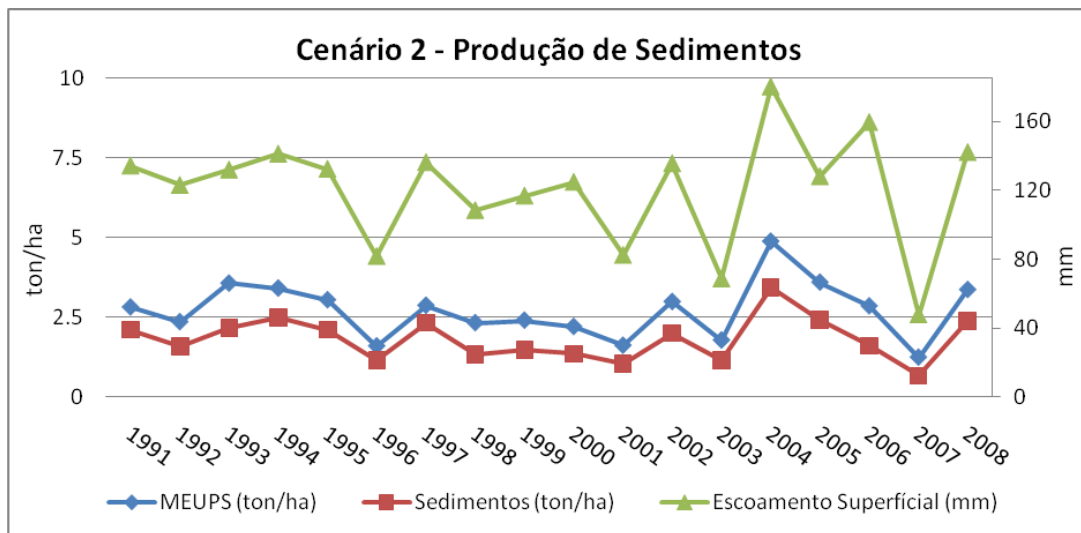


Figura 17 - Respostas dos componentes do balanço sedimentológico do cenário 2.

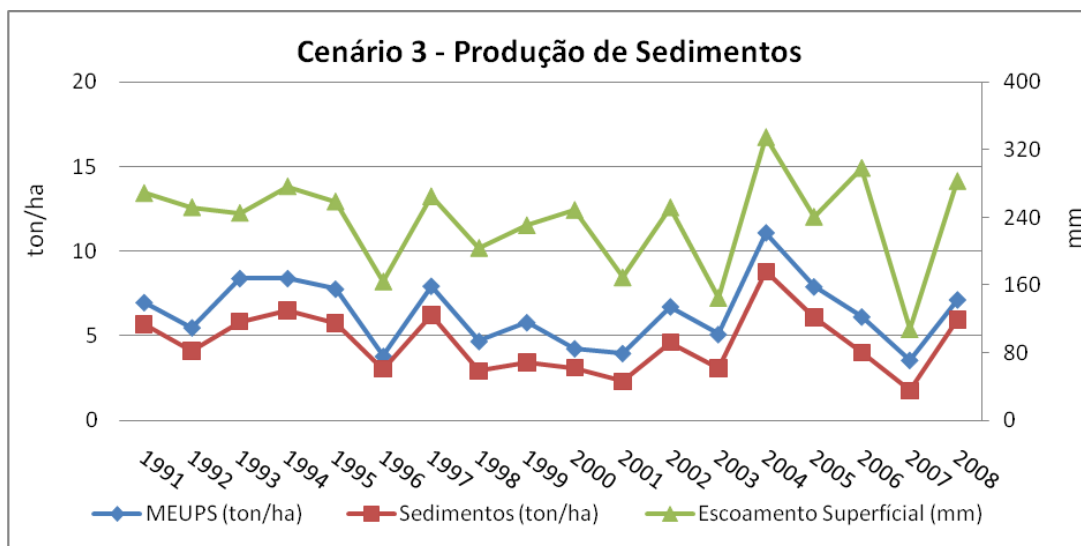


Figura 18 - Respostas dos componentes do balanço sedimentológico do cenário 3.

Ressalta-se também uma forte relação entre a erosão e o escoamento superficial, sendo que este implica diretamente na produção erodida e conseqüentemente na carga de sedimentos.

A diferença entre a quantidade de sedimentos produzida entre os cenários é bastante expressiva, como pode ser verificada na Figura 19, podendo apresentar uma variação de até 6.350%, quando comparadas as médias anuais dos cenário 1 e 3.

As médias de cargas de sedimentação simuladas nos diferentes usos e ocupação do solo foram: 0,07 ton/ha.ano no cenário 1; 1,83 ton/ha.ano no cenário 2; e 4,6 ton/ha.ano no cenário 3.

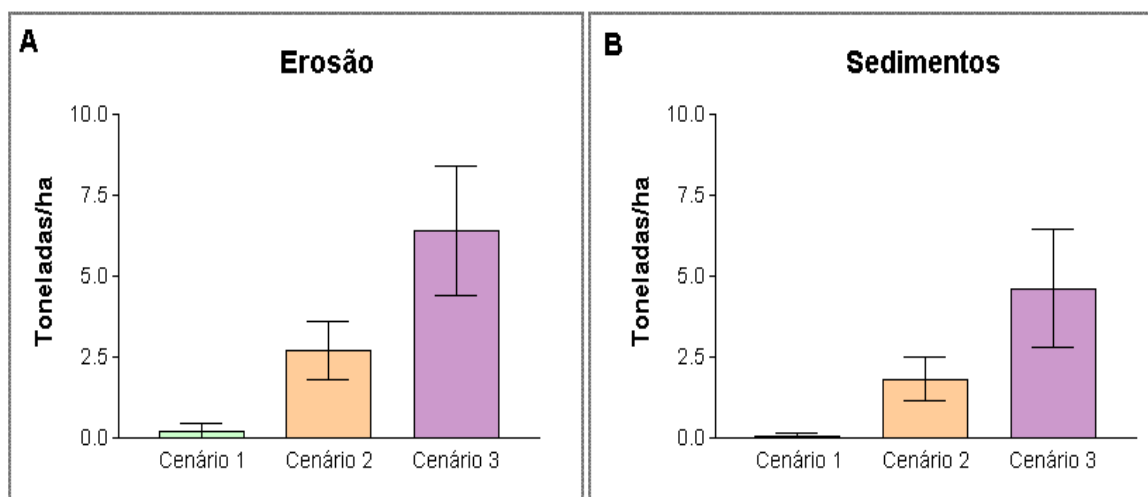


Figura 19 - Média de carga erodida (A) e de sedimentos (B) gerados por hectare na BHCC (média \pm desvio padrão), $P < 0,05$ (ANOVA seguido do teste Tukey), com base nos 18 anos de estudo.

Nota-se que há diferença significativa entre os 3 cenários, tanto na carga erodida quanto, conseqüentemente, na carga de sedimentos. Ou seja, a diferença relevante no escoamento superficial refletiu na produção de sedimentos. Por conseguinte, a diferenciação no cenário com base no uso do solo, intervém respectivamente nos processos erosivos, necessitando compreender esses processos e inferir a necessidade de um uso e manejo adequado e com respectivos estudos.

Contudo, não se pode inferir que essa carga de sedimentos chegou efetivamente ao lago do Descoberto ocasionando seu assoreamento, pois uma parte disso foi depositada nos próprios córregos e em partes planas da bacia.

Comparando a diferença da carga de sedimentos gerados nos três cenários, pode-se deduzir que além dos fatores exógenos do clima, e endógenos do tipo de solo e declividade, as principais causas da ocorrência dos processos de erosão são as ações antrópicas, onde estão intimamente ligadas ao desmatamento e posterior uso do solo para ocupação urbana e agrícola.

Por se tratar de uma bacia que deságua diretamente no lago do Descoberto, um possível aumento na carga de sedimentos por uma maior ocupação agrícola e urbana e a não preservação da área pode-se refletir na redução da vida útil e da qualidade do lago do Descoberto, importante manancial do Distrito Federal.

Em suma, observa-se a necessidade de um gerenciamento adequado da bacia do Descoberto onde a produção, transporte e deposição dos sedimentos são processos que, quando intensificados pela alteração ou usos inadequados do solo, podem gerar problemas econômicos e sociais para a sociedade. A compreensão desses processos é fundamental para quantificar a dinâmica da água e dos sedimentos na bacia hidrográfica e verificar como e o quanto as transformações realizadas no ambiente podem causar impactos sócio-econômicos-ambientais.

4. CONCLUSÕES

A modelagem hidrológica da BHCC permitiu analisar resultados no âmbito do desenvolvimento de processos envolvendo a quantidade da água e a produção de sedimentos na bacia como consequência do uso e ocupação do solo.

A erosão dos solos e consequente produção de sedimentos tiveram destaque neste estudo, com o intuito de relacionar os diferentes usos de solo com os processos erosivos e os impactos que os mesmos acarretam ao meio ambiente, principalmente quando intensificados.

O modelo SWAT mostrou a sensibilidade da bacia às mudanças dos cenários de uso do solo, permitindo modelar a dinâmica hidrossedimentológica, tornando possível avaliar qualitativamente o quanto essas modificações feitas nos usos de solo influenciaram no escoamento superficial e na carga de sedimentos, além de permitir estimar as mudanças nos parâmetros do balanço hídrico na bacia estudada, porém se faz necessário ainda ser devidamente e adequadamente calibrado e verificado.

O estudo evidenciou a influência do uso do solo nas variáveis hidrológicas, com o aumento da geração do escoamento superficial e da produção dos sedimentos com o progressivo incremento do uso do solo. Dessa forma, tomando como base a bacia antes da ocupação (cenário 1), ocorreu em média um aumento de 278% no escoamento superficial e 2.514% na carga de sedimentos para a situação atual (cenário 2) e um aumento de 638% no escoamento superficial e 6.471% na carga de sedimentos considerando um cenário de ocupação total (cenário 3).

No caso da bacia do Descoberto, por sua grande importância para o abastecimento, o estudo mostra a necessidade de um estreito controle do uso e ocupação do solo, principalmente com relação à urbanização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, V.B. (2005) “*Relação entre o uso e manejo do solo em uma bacia rural e a contribuição de Nitrogênio, fósforo e sedimentos a corpos hídricos.*” 114f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental E Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 2005.
- BRASIL, Decreto n. 88940, de 07 de novembro de (1983). “*Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção Ambiental das Bacias dos Rios São Bartolomeu e Descoberto, e de outras providências.*” Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, p. 018881, 9 nov, Seção 1, 1983.
- CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Produtos e Serviços - *Água e Esgotos no Distrito Federal*. Disponível em: <<http://www.caesb.df.gov.br/>>. Acesso em 27 de abril de 2011.
- De VITO, M. (2007) “*Avaliação do risco de contaminação de mananciais hídricos para o abastecimento: o caso da bacia da barragem do Descoberto.*” 181f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2007.
- FOHRER, K.; ECKHARDT, K.; HAVERKAMP, S.; FREDE, H.G. (1999) “*Applying the SWAT model as a decision support tool for land use concepts in peripheral regions in Germany.*” 10 th International Soil Conservation Organization Meeting. Purdue University and USDA-ARS National soil Erosion Research Laboratory, p. 24-29.
- FRAGOSO, M.M.A. (2007) “*Estudo Hidrológico e de Transporte de Sedimento em uma Bacia do Bioma Cerrado: Bacia do Córrego Capão Comprido/Distrito Federal.*” 102f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 2007.
- LINO, J.F.L. (2009) “*Análise da dinâmica hidrossedimentológica da bacia do Rio Preto (SC) com o Modelo SWAT.*” 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 2009.
- LOPES, G. R. (2010) “*Estudos hidrológicos e hidrossedimentológicos na bacia do córrego do Capão Comprido, DF.*” 123f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recurso Hídricos), Departamento de Engenharia Civil Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2010.
- MACHADO, R.E. (2002) “*Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma microbacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento.*” 154f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2002.
- MALUTA, S. “*Aplicação do modelo SWAT na bacia do Rio Negrinho – SC.*” (2010) 97f. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MINOTI, R. T. (2006) “*Abordagens qualitativa e quantitativa de micro-bacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento do Médio Mogi-Superior/SP.*” 247f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2006.

MISHRA, A.; KAR, S.; SINGH, V.P. (2007) *“Prioritizing structural management by quantifying the effect of land use and land cover on watershed runoff and sediment yield.”* *Water Res. Managt.*, v. 21, n. 11, p. 1899-1913.

MOTA, S. (1995) *“Preservação e conservação de recursos hídricos.”* Engenharia Sanitária e Ambiental, 200p.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J. G.; KINIRY, J.R.; WILLIAMS, J.R. (2005) *“Soil and water assessment tool - Theoretical documentation version 2005.”* Temple, Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, 541p.

NEVES, F.F.; SILVA, F.G.B.; CRESTANA, S. *“Uso do modelo AVSWAT na avaliação do aporte de nitrogênio (N) e fósforo (P) aos mananciais de uma microbacia hidrográfica contendo atividade avícola.”* Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 11, n. 4, p. 311-317, 2006.

PAIM, J.B.; MENEZES, J.T. *“Estimativa do balanço sedimentar da bacia do rio Tijucas (SC-Brasil) a partir da aplicação do modelo hidrológico SWAT.”* (2009) *Revista Geográfica Acadêmica* v.3, n.2, p.5-14.

REATTO, A., MARTINS, E. S., CARDOSO, E. A., SPERA, S. T., CARVALHO JR., O. A. C., SILVA, A. V. E FARIAS, M. F. R. (2003) *“Levantamento de reconhecimento de solos de alta intensidade do alto curso do Rio Descoberto, DF/GO, escala 1:100000.”* Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº 92. EMBRAPA Cerrados, Distrito Federal.

ROSSI PISA, P., PRETI, F., ROSSI, M., VENTURA, F., MAZZANTI, B. (1999) *“Water, soil and chemical losses: field experiments and model analysis.”* *Water Science and Technology*, Grã-Bretanha, v. 39, n.3, p. 93-102.